

(12)

PATENTCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 1757/91

(51) Int.Cl.⁶ : H02M 5/293

(22) Anmeldetag: 5. 9.1991

(42) Beginn der Patentdauer: 15. 9.1994

(45) Ausgabetag: 26. 5.1995

(56) Entgegenhaltungen:

DE 3912849A

(73) Patentinhaber:

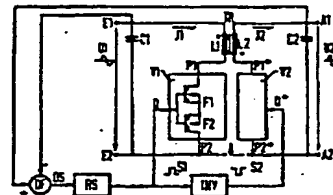
SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT ÖSTERREICH
A-1210 WIEN (AT).

(72) Erfinder:

KOLAR JOHANN
WIEN (AT).
ERTL HANS DIPL.ING.
MAURKIRCHEN, OBERÖSTERREICH (AT).
ZACH FRANZ DIPL.ING. DR.TECHN.
WIEN (AT).

(54) SPERRWANDLER

(57) Es wird bei einem Sperrwandler ein Primärstrom durch die Primärwicklung sowie ein Sekundärstrom durch die Sekundärwicklung mittels je eines bipolaren bidirektionalen Schaltelementes in einer Gegentaktschaltung geschaltet. Dadurch ist ein besonders einfacher Wechselspannungs-/Wechselspannungskonverter erzielbar.



AT 399 432 B

Die Erfindung betrifft einen Sperrwandler mit einem Übertrager, welche eine Primärwicklung und eine Sekundärwicklung aufweist. Das Funktionsprinzip eines Sperrwandlers ist in der Technik seit langem bekannt. Sperrwandler werden gegenwärtig in verschiedenen Schaltungsvarianten zur Energieumformung zwischen Gleichspannungskreisen eingesetzt. Dies gilt auch für Systeme, welche die Eingangsgleichspannung durch einfache Gleichrichtung aus einer Wechselspannung (z.B. der Netzspannung) bilden. Der Stromfluß erfolgt hierbei stets unidirektional. Beispielsweise offenbart die Offenlegungsschrift DE 39 12 849 einen solchen einfachen Gleichspannungs-Gleichspannungs-Konverter.

Es ist Aufgabe der Erfindung, einen Sperrwandler anzugeben mit einem Übertrager, welche eine Primärwicklung und eine Sekundärwicklung aufweist und nach dem Sperrwandlerkonzept einen Betrieb in allen vier Quadranten eines Strom-/Spannungsdiagrammes ermöglicht.

Diese Aufgabe ist gelöst bei einem Sperrwandler mit einem Übertrager, welcher eine Primärwicklung und eine Sekundärwicklung aufweist, bei welchem ein erste bipolares bidirektionales Schaltelement vorgesehen ist zum Schalten von einem Primärstrom durch die Primärwicklung, bei welchem ein zweites bipolares direktionales Schaltelement vorgesehen ist zum Schalten von einem Sekundärstrom durch die Sekundärwicklung, bei welchem eine Gegentaktschaltung der beiden Schaltelemente vorgesehen ist.

Der Erfindung liegt die Idee zugrunde, daß bei einem Sperrwandler ein Primärstrom durch die Primärwicklung sowie ein Sekundärstrom durch die Sekundärwicklung durch je ein bipolares direktionales Schaltelement in einer Gegentaktschaltung geschaltet werden kann. Dadurch ist ein einfaches Wandlerkonzept erzielbar, bei welchem in allen vier Quadranten eines Strom-/Spannungsdiagrammes ein Betrieb ermöglicht ist, also für Polaritäten von Ein-/Ausgangsstrom wie Ein-/Ausgangsspannung. Dies ist beispielsweise einsetzbar bei einem Schaltnetzteil, welches nicht mehr auf eine Anwendung als Gleichspannung-/Gleichspannungskonverter beschränkt ist, sondern als ein allgemeiner Wechselspannungs-/Wechselspannungskonverter einsetzbar ist mit einem Übersetzungsverhältnis, welches über ein Windungszahlverhältnis sowie ein Tastverhältnis vorgebar ist.

In einer vorteilhaften Weise ist dadurch insbesondere ein Trenntransformator zur Potentialtrennung von Ein- und Ausgangskreis einsetzbar, wobei über eine Tastverhältnisänderung eine Absenkung als auch eine Erhöhung der Ausgangsspannung über den durch das Windungszahlverhältnis definierten Nennwert ermöglicht und somit einen Ausgleich von Netzspannungsschwankungen erlaubt. In einer vorteilhaften Weise entfällt eine Energieumsetzung, insbesondere eine Eingangsgleichrichtung mit einem nachfolgenden Schaltnetzteil, zugunsten einer direkten Energieumformung. Daraus ergibt sich ein hoher Wirkungsgrad des Energieumformers. Für den Eingangs-Sinusstrom ergeben sich geringe Netzrückwirkungen.

Die Figur 1 zeigt ein Ausführungsbeispiel für einen Sperrwandler.

Die Figur 2 zeigt ein Ausführungsbeispiel für ein Schaltelement des Sperrwandlers.

Die Figur 3 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel für das Schaltelement des Sperrwandlers.

Die Figur 4 zeigt ein Strom-/Spannungsdiagramm für den Betrieb des Sperrwandlers.

Die Figur 5 zeigt ein Schaltungsprinzip des Sperrwandlers.

Im Zusammenhang mit den Figuren und der Beschreibung wird nachfolgende Bezugszeichentabelle verwendet.

40 Bezugszeichentabelle:

TR	Übertrager
L1	Primärwicklung
L2	Sekundärwicklung
J1	Primärstrom
J2	Sekundärstrom
U1	Eingangsspannung
U2	Ausgangsspannung
V1	Erstes Schaltelement
V2	Zweites Schaltelement
P1	Erste Schaltelektrode des Schaltelementes
P2	Zweite Schaltelektrode des Schaltelementes
Q	Steuerelektrode des Schaltelementes
F1	Erster Feldeffekttransistor des Schaltelementes
F2	Zweiter Feldeffekttransistor des Schaltelementes
F3	Feldeffekttransistor des Schaltelementes
D1,D2	Dioden des Schaltelementes
D3,D4	Weitere Dioden des Schaltelementes

	F4,F5	Abschaltbarer Thyristor
	T	Zeitverlauf
	I,II,III,IV	Quadranten eines Strom-/Spannungsdiagrammes
	V3	Mehrfachschaltelement (Umschalter)
5	SP	Energiespeicher
	C1	Eingangskondensator
	C2	Ausgangskondensator
	S1	Schaltsignal für das erste Schaltelement
	S2	Schaltsignal für das zweite Schaltelement
10	INV	Invertierung, Gegentaktschaltung
	RS	Schaltsignalformung, Regelschaltung
	DF	Spannungsvergleich, Spannungsdifferenzbildung
	DS	Differenzsignal
	E1	erster Stromzuführungspunkt
15	E2	zweiter Stromzuführungspunkt
	A1	Erster Stromentnahmepunkt
	A2	Zweiter Stromentnahmepunkt

Wie die Figur 1 zeigt, ist bei einem Ausführungsbeispiel für den Sperrwandler ein Übertrager TR, ein erstes Schaltelement V1, ein zweites Schaltelement V2, ein Eingangskondensator C1, ein Ausgangskondensator C2, eine Gegentaktschaltung INV, eine Regelschaltung RS, sowie eine Differenzschaltung DF vorgesehen.

Zwischen einem ersten Stromzuführungspunkt E1 und einem zweiten Stromzuführungspunkt E2 wird eine Eingangsspannung U1 angelegt. Die Eingangsspannung U1 ist beispielsweise eine sinusförmige Wechselspannung. Es ist ein Eingangskondensator C1 vorgesehen zwischen dem ersten Stromzuführungspunkt E1 und dem zweiten Stromzuführungspunkt E2, sodaß an diesem Eingangskondensator C1 stets die Eingangsspannung U1 anliegt.

Zwischen einem ersten Stromentnahmepunkt A1 und einem zweiten Stromentnahmepunkt A2 liegt eine Ausgangsspannung U2 an. Es ist ein Ausgangskondensator C2 vorgesehen, welcher mit dem ersten Stromentnahmepunkt A1 und dem zweiten Stromentnahmepunkt A2 verbunden ist, sodaß am Ausgangskondensator C2 die Ausgangsspannung U2 anliegt.

Es ist ein Übertrager TR vorgesehen, welcher eine Primärwicklung L1 und eine Sekundärwicklung L2 aufweist. Ein erstes Ende der Primärwicklung L1 ist mit dem ersten Stromzuführungspunkt E1 verbunden. Ein zweites Ende der Primärwicklung L1 ist über das erste Schaltelement V1 mit dem zweiten Stromzuführungspunkt E2 verbindbar. Ein erstes Ende der Sekundärwicklung L2 ist über ein zweites Schaltelement V2 mit dem zweiten Stromentnahmepunkt A2 verbindbar. Ein zweites Ende der Sekundärwicklung L2 ist mit dem ersten Stromentnahmepunkt A1 verbunden. Es ist ein entgegengesetzter Wicklungssinn vorgesehen für die Primärwicklung L1 und die Sekundärwicklung L2 des Übertragers TR zwischen deren ersten und zweiten Enden. Dieser Wicklungssinn ist nur bei potentialmäßiger Verbindung von Ein- und Ausgangskreis (Verbindung A - in Fig. 1 strichliert eingetragen) von Bedeutung und erlaubt dann die Verbindung E2-A2 als Bezugsmasse von Ein- und Ausgangskreis heranzuziehen.

Das erste Schaltelement V1 weist eine erste Schaltelektrode P1, eine zweite Schaltelektrode P2, sowie eine Steuerelektrode Q auf. Die erste Steuerelektrode P1 ist mit dem zweiten Ende der Primärwicklung L1 verbunden. Die zweite Steuerelektrode P2 ist mit dem zweiten Stromzuführungspunkt E2 verbunden. Die Steuerelektrode Q erhält ein erstes Schaltsignal S1 von der Regelschaltung RS.

Das zweite Schaltelement V2 weist eine erste Schaltelektrode P1*, eine zweite Schaltelektrode P2*, sowie eine Steuerelektrode Q* auf. Die erste Schaltelektrode P1* ist mit dem ersten Ende der Sekundärwicklung L2 verbunden. Die zweite Schaltelektrode P2* ist mit dem zweiten Stromentnahmepunkt A2 verbunden. Die Steuerelektrode Q* erhält ein zweites Schaltsignal von der Gegentaktschaltung INV. Von der Gegentaktschaltung INV wird aus dem ersten Schaltsignal S1 das zweite Schaltsignal S2 gebildet, sodaß das erste Schaltsignal V1 und das zweite Schaltsignal V2 im Gegentakt schalten. Beispielsweise kann das erste Schaltsignal S1 von der Regelschaltung RS impulsförmig erzeugt sein. Die Gegentaktschaltung INV kann dann als ein Invertierer dienen.

Das impulsförmige erste Schaltsignal S1 weist dabei ein Tastverhältnis a auf. Das Tastverhältnis a entspricht dabei dem Verhältnis von einer Impulslänge zu einem Abstand einer Impulsbeginnflanke von zwei aufeinanderfolgenden Impulsen.

Bei einer hohen Schaltfrequenz, welche insbesondere gegenüber einer Einspannungsfrequenz hoch ist, ergibt sich für den Sperrwandler ein quasi stationärer Betrieb. Bei einer Windungszahl N1 für die Primärwicklung L1, sowie einer Windungszahl N2 für die Sekundärwicklung L2, sowie einem Tastverhältnis a , ist die Ausgangsspannung U2 aus der Eingangsspannung U1 wie folgt errechenbar:

$$U_2 = U_1 \cdot N_2 / N_1 \cdot a / (1-a)$$

Bei einem Tastverhältnis a , welches größer als 0 ist, und welches kleiner 1 ist, folgt unmittelbar, daß die Ausgangsspannung U_2 und die Eingangsspannung U_1 stets eine gleiche Polarität aufweisen (unter Voraussetzung der Verbindung A). Die erzeugte Ausgangsspannung U_2 liegt somit in Phase zur Eingangsspannung U_1 . Aufgrund von nicht realisierbaren Tastverhältnisswerten a kleiner 0 einerseits und andererseits für a größer 1 ist eine anders geartete Regelung oder Steuerung nicht sinnvoll realisierbar.

Bei diesem Ausführungsbeispiel wird von der Regelschaltung RS das erste Schaltsignal S_1 impulsförmig erzeugt mit einem Tastverhältnis a . Das impulsförmige erste Schaltsignal S_1 wird von der invertierenden Gegentaktschaltung INV invertiert zu einem impulsförmigen zweiten Schaltsignal S_2 . Durch die jeweils inverse Polarität für das impulsförmige erste Schaltsignal S_1 und das impulsförmige zweite Schaltsignal S_2 wird erreicht, daß das erste Schaltelement V_1 und das zweite Schaltelement V_2 im Gegentakt arbeiten. Bei einem durchgeschalteten ersten Schaltelement V_1 ist das zweite Schaltelement V_2 geöffnet, und umgekehrt.

Bei einem durchgeschalteten ersten Schaltelement V_1 fließt ein Primärstrom J_1 durch die Primärwicklung L_1 . Dabei wird der Übertrager TR abhängig von der durch die Last bzw. die Regelung definierten Stromrichtung z.B. aufgeladen. Danach wird das erste Schaltelement V_1 geöffnet und das zweite Schaltelement V_2 wird durchgeschaltet. Es fließt dann aufgrund des Magnetisierungszustandes des Übertragers ein Sekundärstrom J_2 durch die Sekundärwicklung L_2 . Der Übertrager TR wird entladen. Sobald die Eingangsspannung U_1 gemäß ihrer Wechselladungsfrequenz ihre Polarität umkehrt, kehren sich bei gleicher Polarität des Stromes auch der Aufladevorgang und der Entladevorgang für den Übertrager TR um.

Bei diesem Ausführungsbeispiel, für welches der Einfachheit der Erklärung halber ein Windungszahlverhältnis von $N_2/N_1 = 1$ vorausgesetzt sei, ist eine Regelung der Ausgangsspannung U_2 vorgesehen. Diese erfolgt anhand einer Varlierung des Tastverhältnisses a für das impulsförmige erste Schaltsignal S_1 . Die Eingangsspannung U_1 wird von der Ausgangsspannung U_2 subtrahiert. Dies erfolgt in einer Differenzschaltung DF, von welcher ein Differenzsignal DS erzeugt wird, welches der Regelschaltung RS eingegeben wird. Die Regelschaltung RS erkennt an dem Differenzsignal DS, ob die Ausgangsspannung U_2 oder die Eingangsspannung U_1 größer ist. Gemäß dieses Vergleichs wird von der Regelschaltung RS das Tastverhältnis a für das impulsförmige erste Schaltsignal S_1 varliert. Falls die Eingangsspannung U_1 kleiner ist als die Ausgangsspannung U_2 , und somit das Differenzsignal DS, welches im einfachsten Fall proportional ist zur Differenz $U_2 - U_1$, positiv ist, wird das Tastverhältnis a verkleinert. Anderenfalls, also falls die Eingangsspannung U_1 größer ist als die Ausgangsspannung U_2 , und somit das Differenzsignal DS negativ ist, wird das Tastverhältnis a vergrößert. Insbesondere zu beachten ist, daß bei der Differenzbildung $U_2 - U_1$ die jeweilige Polarität der Eingangsspannung U_1 sowie der Ausgangsspannung U_2 zu berücksichtigen ist.

Wie die Figur 1 zeigt, ist bei einem Ausführungsbeispiel für ein bidirektionales bipolares Schaltelement V_1 ein erster Feldeffekttransistor F_1 und ein zweiter Feldeffekttransistor F_2 vorgesehen.

Es ist ein Sperrwandler realisierbar, bei welchem zumindest eines der Schaltelemente V_1 , V_2 einen ersten und einen zweiten Feldeffekttransistor F_1 , F_2 aufweist, mit einer ersten Verbindung des Source-Kontaktes des ersten Feldeffekttransistors F_1 mit dem Source-Kontakt des zweiten Feldeffekttransistors F_2 , mit einer zweiten Verbindung als eine Steuerelektrode Q des Schaltelementes V_1 , V_2 vom Gate des ersten Feldeffekttransistors F_1 mit dem Gate des zweiten Feldeffekttransistors F_2 , mit dem Drain des ersten Feldeffekttransistors F_1 als eine erste Schaltelektrode P_1 des Schaltelementes V_1 , V_2 sowie dem Drain des zweiten Feldeffekttransistors F_2 als eine zweite Schaltelektrode P_2 des Schaltelementes V_1 , V_2 .

In einer vorteilhaften Weise sind die Feldeffekttransistoren F_1 und F_2 mit einem relativ geringen Durchlaßspannungsabfall eingesetzt. Es sind antiparallele parasitäre Dioden grundsätzlich nicht erforderlich, welche den Source-Kontakt mit dem Gate verbinden mit einer vorgesehenen Stromrichtung von Source nach Gate. Es übernimmt der jeweils angesteuerte Feldeffekttransistor den Stromfluß unabhängig von der jeweiligen Stromrichtung. In einer vorteilhaften Weise ergibt sich ein geringer Ansteueraufwand dadurch, daß nur eine Ansteuerschaltung für das Schaltelement erforderlich ist.

Wie die Figur 2 zeigt, ist bei einem Ausführungsbeispiel für das Schaltelement V_1 , V_2 ein Feldeffekttransistor V_3 , Dioden D_1 , D_2 , sowie weitere Dioden D_3 , D_4 vorgesehen.

Es ist ein Sperrwandler realisierbar, bei welchem zumindest eines der Schaltelemente V_1 , V_2 vier Dioden D_1 , D_2 , D_3 , D_4 und einen Feldeffekttransistor F_3 aufweist, mit dem Gate des Feldeffekttransistors F_3 als Steuerelektrode Q des Schaltelementes V_1 , V_2 , mit dem Drain des Feldeffekttransistors F_3 , welches über je eine der Dioden D_1 , D_2 mit Schaltelektroden P_1 , P_2 des Schaltelementes V_1 , V_2 verbunden ist, mit einer vorgesehenen Stromrichtung für die Dioden D_1 , D_2 von der jeweiligen Schaltelektrode P_1 , P_2 zum Drain mit dem Source des Feldeffekttransistors F_3 , welche über je eine weitere der Dioden D_3 , D_4 mit den

Schaltelektroden P1, P2 des Schaltelementes V1, V2 verbunden ist, mit einer vorgesehenen Stromrichtung für die weiteren Dioden D3, D4 von der Source zur jeweiligen Schaltelektrode P1, P2.

In einer vorteilhaften Weise ist bei einem geringen Schaltungsaufwand nur eine Ansteuerschaltung für das Schaltelement V1, V2 erforderlich.

- 5 Wie die Figur 3 zeigt, sind bei einem Ausführungsbeispiel für ein Schaltelement V1, V2 zwei antiparallel geschaltete abschaltbare Thyristoren F4, F5 vorgesehen.

Es ist ein Sperrwandler realisierbar, bei welchem zumindest eines der Schaltelemente V1, V2 zwischen Schaltelektroden P1, P2 des Schaltelementes V1, V2 antiparallel geschaltete abschaltbare Thyristoren F4, F5 vorgesehen sind.

- 10 In einer vorteilhaften Weise ist ein einfacher Schaltungsaufbau erzielbar.

Wie beispielsweise anhand von Figur 1 bereits erläutert ist, ist ein Sperrwandler realisierbar, bei welchem eine Regelschaltung RS vorgesehen ist zur Regelung einer Schaltdauer für die Schaltelemente V1, V2, mittels eines Spannungsvergleichs DF von Eingangsspannung U1 und Ausgangsspannung U2.

- In einer vorteilhaften Weise ist dadurch ein einfacher Schaltungsaufbau für eine Regelung von einem Wechselspannungs-/Wechselspannungskonverter erzielbar.

- Wie die Figur 4 zeigt, ist ein derartiger Wechselspannungs-/Wechselspannungskonverter in allen vier Quadranten I, II, III, IV von einem Strom-/Spannungsdiagramm betreibbar. Für einen Zeitverlauf T sind Betriebsbereiche von einer allgemeinen Wechselstromlast dargestellt. Gemäß des Zeitverlaufs T variieren die Ausgangsspannung U2 und der Sekundärstrom J2. Im Quadranten I sind die Ausgangsspannung U2 und der Sekundärstrom J2 positiv. Im Quadranten II ist die Ausgangsspannung U2 negativ und der Sekundärstrom J2 ist positiv. Im Quadranten III ist die Ausgangsspannung U2 negativ und der Sekundärstrom J2 ist negativ. Im Quadranten IV ist die Ausgangsspannung U2 positiv und der Sekundärstrom J2 ist negativ. Bedingt durch die Schaltelemente, welche bipolar sperrend und bidirektional stromführend sein müssen, ist in allen vier Quadranten der Betrieb des Durchflußwandlers ermöglicht.

- 25 Wie die Figur 5 zeigt, ist bei einem Schaltungsprinzip für den Sperrwandler ohne Potentialtrennung von Ein- und Ausgangskreis ein Mehrfachschaltelement V3 (ein Umschalter), sowie ein magnetischer Energiespeicher SP vorgesehen. Durch das Mehrfachschaltelement V3 wird der Energiespeicher SP abwechselnd mit der Eingangsspannung U1 und der Ausgangsspannung U2 verbunden. Als Energiespeicher SP ist insbesondere für eine Potentialtrennung ein Übertrager einsetzbar (vergleiche Fig. 1). Der Energiespeicher SP wird dabei gemäß der Schaltfrequenz des Mehrfachschaltelementes V3 abwechselnd aufgeladen und entladen. In Abhängigkeit von Polarität der Eingangsspannung U1 und der Polarität der Ausgangsspannung U2 wird (unter Zugrundelegung gleicher Stromrichtung) der Ladevorgang, sowie der Entladevorgang umgekehrt.

- 30 Es wird bei einem Sperrwandler ein Primärstrom durch die Primärwicklung sowie ein Sekundärstrom durch die Sekundärwicklung mittels je eines bipolaren bidirektionalen Schaltelementes in einer Gegentaktschaltung geschaltet. Dadurch ist ein besonders einfacher Wechselspannungs-/Wechselspannungskonverter erzielbar.

Patentansprüche

- 40
1. Sperrwandler mit einem Übertrager (TR), der eine Primärwicklung (L1) und eine Sekundärwicklung (L2) aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß ein Primärstrom (J1) durch die Primärwicklung (L1) mittels eines ersten bipolaren bidirektionalen Schaltelementes (V1) geschaltet wird, ein Sekundärstrom (J2) durch die Sekundärwicklung (L2) mittels eines zweiten bipolaren bidirektionalen Schaltelementes (V2) geschaltet wird und die beiden Schaltelemente (V1, V2) über eine Gegentaktschaltung (INV) angesteuert sind, wobei eine bidirektionale Umwandlung von Wechselspannung in Wechselspannung ermöglicht wird.
 2. Sperrwandler nach Anspruch 1, bei welchem zumindest eines der Schaltelemente (V1, V2) einen ersten und einen zweiten Feldeffekttransistor (T1, T2) aufweist, mit einer ersten Verbindung des Source-Kontaktes des ersten Feldeffekttransistors (T1) mit dem Source-Kontakt des zweiten Feldeffekttransistors (T2), mit einer zweiten Verbindung als eine Steuerelektrode (Q) des Schaltelementes (V1, V2) von dem Gate des ersten Feldeffekttransistors (T1) mit dem Gate des zweiten Feldeffekttransistors (T2), mit dem Drain des ersten Feldeffekttransistors (T1) als eine erste Schaltelektrode (P1) des Schaltelementes (V1, V2) sowie mit dem Drain des zweiten Feldeffekttransistors (T2) als eine zweite Schaltelektrode (P2) des Schaltelementes (V1, V2).
- 55

3. Sperrwandler nach Anspruch 1, bei welchem zumindest eines der Schaltelemente (V1, V2) vier Dioden (D1, D2, D3, D4) und einen Feldeffekttransistor (T3) aufweist, mit einem Gate des Feldeffekttransistors (T3) als eine Steuerelektrode (Q) des Schaltelementes (V1, V2), mit dem Drain des Feldeffekttransistors (T3), welches über je eine der Dioden (D1, D2) mit Schaltelektroden (P1, P2) des Schaltelementes (V1, V2) verbunden ist, mit einer vorgesehenen Stromrichtung für die Dioden (D1, D2) von der jeweiligen Schaltelektrode (P1, P2) zum Drain, mit dem Source-Kontakt des Feldeffekttransistors (T3), welches über je eine weitere der Dioden (D3, D4) mit den Schaltelektroden (P1, P2) des Schaltelementes (V1, V2) verbunden ist, mit einer vorgesehenen Stromrichtung für die weiteren Dioden (D3, D4) vom Source zur jeweiligen Schaltelektrode (P1, P2).
4. Sperrwandler nach Anspruch 1, bei welchem zumindest eines der Schaltelemente (V1, V2) zwischen Schaltelektroden (P1, P2) des Schaltelementes (V1, V2) antiparallel geschaltete abschaltbare Thyristoren (T4, T5) vorgesehen sind.
5. Sperrwandler nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei welchem eine Regelschaltung (RS) vorgesehen ist zur Regelung einer Schaltdauer für die Schaltelemente (V1, V2) mittels eines Vergleichs (DF) von Eingangsspannung (U1) und Ausgangsspannung (U2).

Hiezu 2 Blatt Zeichnungen

FIG. 1

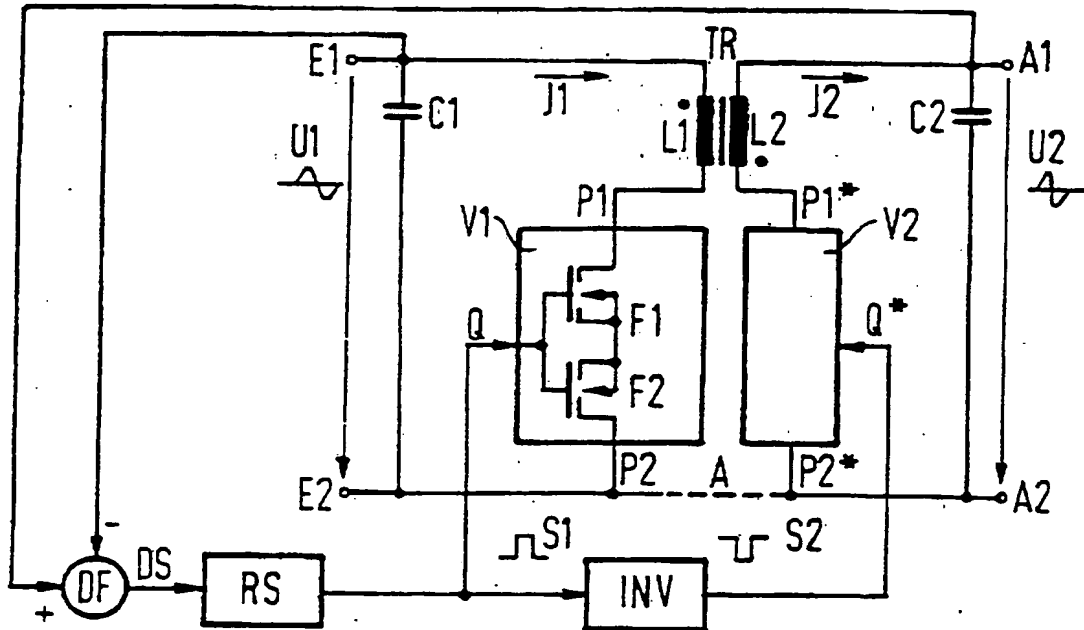


FIG. 2

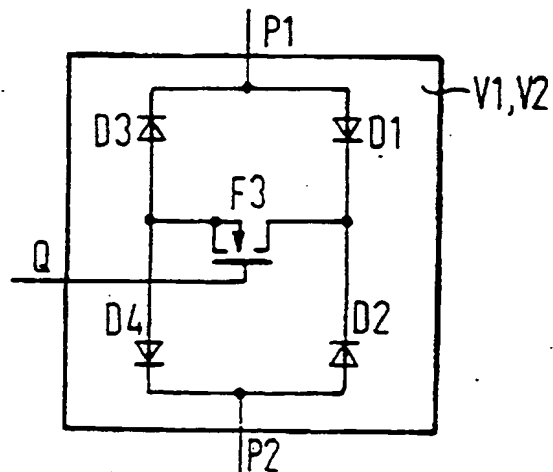


FIG. 3

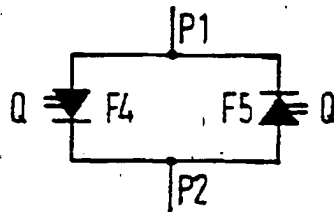


FIG. 4

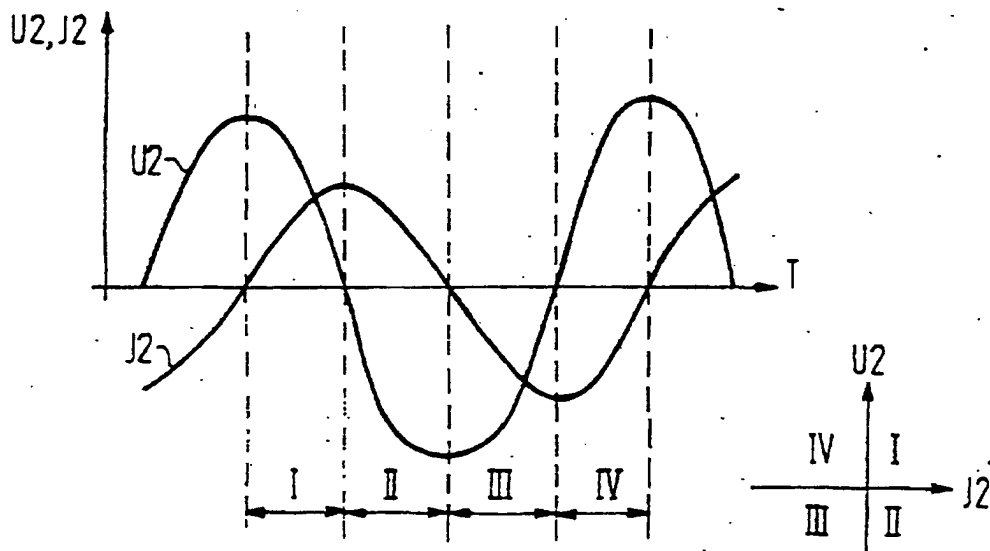


FIG. 5

